



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 26 791 A 1**

Int. Cl.⁸:
B 29 B 17/02
B 07 B 7/00

⑳ Aktenzeichen: 195 26 791.5
㉑ Anmeldetag: 17. 7. 95
㉒ Offenlegungstag: 23. 1. 97

DE 195 26 791 A 1

㉑ **Anmelder:**
Schulz, Detlef, Dipl.-Ing., 10245 Berlin, DE

㉒ **Erfinder:**
gleich Anmelder

⑤4 **Verfahren und Vorrichtung zur mechanischen Anreicherung von Rohstoffen aus metallhaltigen Kunststoffgemischen und -verbunden**

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Technologie zur Materialseparation metallhaltiger Kunststoffgemische und -verbunde, z. B. Elektronikschrott und Schreddermischrückstände. Durch die Kombination mehrerer mechanischer Verfahren in einer Vorrichtung ist es möglich, platzsparend und mobil einsetzbar aus metallhaltigen Kunststoffverbunden, z. B. Elektronik- und Kleingeräteschrott, unterschiedliche Metalle in hohen Konzentrationen vom Kunststoff abzutrennen, um die so gewonnenen Stoffgruppen für die Weiterverarbeitung im Wirtschaftskreislauf zurückzugewinnen. Die ggf. vorzerkleinerten Materialverbunde können von grobstückigen Eisen- und Nichtisenmetallbestandteilen weitgehend befreit und einem Schneidgranulator zugeführt werden. Nach einer Windsichtung wird die Leichtfraktion in mindestens 3 Korngrößenbereiche klassiert. Die Schwerfraktion wird von letzten Eisenbestandteilen befreit und einem Siebsichter zugeführt, der so ausgestattet ist, daß die Funktionen Kupferlitzeagglomeration, Dichtaseparation, Langkomabscheidung und Leichtgutabtrennung damit realisiert werden können. Zunächst im Kunststoff angereichert, werden anschließend Aluminiumanteile durch elektromagnetische Induktion und Kupferlitze durch Kornformseparation abgetrennt. Ein erheblicher Teil der auf Elektronikplatinen enthaltenen Schwermetalle Zinn, Blei und Cadmium verbleibt im Kunststoff. Diese Funktionen werden von einer kompakten Maschineneinheit übernommen, die containerähnlich transportabel ist und mit ...

BEST AVAILABLE COPY

DE 195 26 791 A 1



Eine Wiederverwertung von Werkstoffen aus Kleingeräteschrott und anderen metallhaltigen Materialgemischen und -verbunden setzt eine Sortierung nach verwertbaren Stoffgruppen voraus. Die Erfindung betrifft ein mechanisches Verfahren zur Materialseparation metallhaltiger Kunststoffverbunde nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine kompakte Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

Die Vielfalt der in metallhaltigen Kunststoffgemischen und -verbunden wie bestückte Leiterplatten, elektronische Geräte, elektrische Kleingeräte, Kabel, Kfz-Armaturenblecher, sowie Schredderrückstände der Kfz-Verschrottung, etc. vorkommenden Materialien bereite die Rückgewinnung einzelner Wertstoffkomponenten in verwertbarer Reinheit außerordentliche Schwierigkeiten.

Die Materialrückgewinnung aus Elektronikschrott erfolgte bisher überwiegend durch Pyrolyse oder gar Verbrennung mit anschließender metallurgischer Behandlung und/oder Elektrolyse, was aufgrund der hohen Kosten zur gesetzlich vorgeschriebenen Verringerung der Umweltbelastungen nur für stärker edelmetallhaltige Leiterplatten überhaupt rentabel war. Zudem sind erhebliche Mengen Primärenergie notwendig und es entstehen größere Mengen unwerthbaren Abfalls.

Vergl. auch DE-PSen 21 30 049, 20 54 203 und DE-OSen 21 42 760 27 39 963 und 26 26 589. Die Elemente Ni und Cu wirken bei der Pyrolyse u. U. als Katalysator bei der Bildung toxischer Dioxine und Furane. Durch das Vorhandensein halogenierter Flammenschutzmittel und PVC wird diese Wirkung noch verstärkt.

Es sind verschiedene chemische Verfahren bekannt, die ein Auflösen der Metalle mit anorganischen oder organischen Säuren sowie Laugen, eine Salzabscheidung sowie eine Reduktion der Metalle zum Inhalt haben, die zur Materialrückgewinnung aus Elektronikschrott eingesetzt werden können (Vergl. DE-OSen 15 92 499, 36 40 028 und 14 83 161). Der apparative Aufwand zur Verringerung der Umweltbelastung und zur Erzeugung der notwendigen Produktreinheit ist jedoch auch hier sehr hoch und kaum rentabel.

Wegen der vielfältigen Probleme bei der Prozeßführung thermischer und chemischer Verwertungsverfahren bei der Verarbeitung von unbehandeltem Geräteschrott wird zunehmend durch eine vorherige mechanische Aufbereitung z. B. durch Zerkleinerung und Separation von Stoffen die Inhomogenität und Materialvielfalt vermindert, so daß mindestens eine weitgehende Sortierung in ferritische Eisenlegierungen, Buntmetall, Glas und Kunststoff erfolgt, welche dann mit unterschiedlichen thermischen und chemischen Verfahren weiterverarbeitet werden. Es wird somit gewährleistet, daß in den Metallfraktionen nach der Separation keine nennenswerten kontaminierten Kunststoffreste mehr enthalten sind.

In jüngster Zeit werden schadstoffhaltige Bauteile wie PCB-Kondensatoren, Quecksilberschalter, NC-Akkus und im Zweifelsfall unbekannte Bauelemente manuell entfernt, bevor mit einer Zerkleinerung begonnen wird. Für eine stoffliche Wiederverwertung der Kunststoffe dürfen diese nicht über ihre Zersetzungstemperatur erhitzt werden, was außerdem zur Freisetzung der Schadstoffe (Flammenschutzmittel Schwermetallstabilisatoren, etc.) führt.

Es sind bereits mechanische Verfahren zur Zerkleinerung

von Elektronikschrott bekannt, die jedoch verschiedene Nachteile aufweisen.

Verschiedene Materialeigenschaften der in Geräten eingesetzten Bauteile führen sehr schnell zu Störungen oder zu geringen Werkzeugstandzeiten. Keramikteile, die als Trägermaterial von Widerständen und Schaltkreisen Verwendung finden, Ferritkerne von Spulen sowie Eisen- und Stahl- und Edelstahlteile führen zu starkem Verschleiß bei schneidenden Zerkleinerungsverfahren. Die Zähigkeit der armierten Verhaken. Schwere Metallanteile setzen sich am Boden ab, welcher mit einem Prozeßgas, vorzugsweise Luft, durchströmt wird. Die Beschaffenheit der Öffnungen in der Bodenoberfläche führt in Verbindung mit der gerichteten Vibrationsbewegung dazu, daß langgezogene Metallpartikel mit rundem Querschnitt (Drahtstücken) durch die Öffnungen fallen, Staub und stückige Materialanteile hingegen nicht. Die stückigen Metallanteile mit einer spezifischen Dichte von vorzugsweise größer 4 g/cm³ werden seitlich als Metallegierungskonzentrat aus dem Wirbelbett herausgefördert, ähnlich wie es von Lufttrenntischen bekannt ist. Aluminium und feine Kupferlitze wird im Kunststoff angereichert. Staub und grobstückiges Leichtgut wird über dem Wirbelbett durch eine Dry-flow-Sichtung entfernt und als separates Produkt abgesaugt. Diese spezielle Ausführung des Wirbelbettsieb-sichters gewährleistet nach der Klassierung eine hohe Produktreinheit der Metallfraktion auch bei widrigsten Materialverhältnissen. Sie bietet darüber hinaus Vorteile bei der Verarbeitung von Mischkabel. Dieses kombinierte Verfahren läßt sich besonders effektiv und kostengünstig in einer Vorrichtung realisieren. Stückige Metallpartikel aus Eisen- und Nichteisenlegierungen sowie Leichtgut sind damit weitestgehend aus dem Gemisch entfernt, so daß die nachfolgende Aluminium- und Kupferlitzeabscheidung zu guten Qualitäten führt. Zur Aluminiumabtrennung wird das Wirbelstromscheidungsverfahren eingesetzt. Erst danach kommt ein Separationsverfahren zur Abscheidung der Kupferlitze zum Einsatz wobei ebenfalls die Kornform die physikalische Hauptgröße zur Trennung darstellt. Dieses Separationsverfahren und die zugehörige Vorrichtung werden vom Anmelder in einer gesonderten Patentschrift beschrieben.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung bestehen darin, eine qualitativ reproduzierbare hohe Anreicherung von nach Stoffgruppen sortierten Metallkonzentraten für die Weiterverarbeitung in unterschiedlichen metallurgischen Verwertungswegen zu ermöglichen, auch wenn deren Anteile im ursprünglichen Materialgemisch erheblich schwanken. Außerdem werden durch die Aufbereitung Kunststoffgemische, Folie-Faser-Fractionen und (zumeist edelmetallhaltiger) Feinstaub gewonnen, für die ebenfalls getrennte Verwertungswege existieren bzw. sich im Aufbau befinden. Aus komplexen Materialgemischen wie Mischkabel, bestückten Leiterplatten, metallhaltigen Gerätegehäuseteilen und Schreddermischfraktionen können Rohstoffe mit einer kompakten Maschine kostengünstig zurückgewonnen werden, die eine in sich geschlossene Funktionalität aufweist und deren Einsatzbereich durch einfach vorzunehmende Änderung der Steuerungsparametrierung oder Sensorik stark erweiterungsfähig ist.

Die Metall-Kunststoff-Trennung durch Klassieren, Dichte- und Kornformseparation anstelle der bekannten elektrostatischen Trennverfahren durchzuführen, bietet den Vorteil, daß auch elektrisch leitfähige Kunststoffe, mit leitfähigen Flüssigkeiten benetzte oder ober-

flächenmetallisierte Kunststoffpartikel nicht in die Metallfraktion gelangen und aber andererseits der Einfluß der Kornform auf die Trenngüte bei dem eingesetzten Anströmverfahren prinzipbedingt größer ist.

Daß reines Elektrolyt-Kupfer in elektrischen Geräten größtenteils in Drahtform vorliegt, wird bei dem Verfahren genutzt dieses Kupfer durch Ausnutzung der Kornform nach definierter schneidender Zerkleinerung in hoher Anreicherungsqualität separat zurückzugewinnen. Kupferverluste, daß größere Mengen feinsten Haarlitze ins Leichtgut gelangen, werden mit dem Verfahren minimiert.

Die kompakte Bauform, als transportabler Container ausgeführt, gestattet bei Bedarf einen mobilen Betrieb. Somit werden transportlogistische Vorteile sichtbar, die stationäre Aufbereitungsanlagen nicht bieten. Natürlich läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch mit einer stationären Anlage ausführen.

Es sind nur noch zwei Zerkleinerungsstufen trotz nahezu sortenreiner Kupfer-Aluminium-Trennung neben der Gewinnung von Lamine sowie duktile Metalle erschweren Prall- und Schlagzerkleinerungsverfahren. Zudem kommt es häufig zu einer Erhitzung des Materials während der Zerkleinerung, was zu einer Erweichung der Thermoplaste und damit zum Verschmieren führen kann. Zur Verbesserung der Zerkleinerungsfähigkeit dieses Materials wurde z. B. vor der Zermahlung mit flüssigem Stickstoff eine Versprödung herbeigeführt, was mit hohem Energieaufwand verbunden ist und zu Kondensationsproblemen führen kann.

Bekannt sind bereits Verfahren, mit Hammermühlen oder anderen Prall- und Reißbrechern zerkleinertes Mischmaterial durch Windsichten, Sieben, Wirbelstrom-NE-Abscheiden und elektrostatische Separation zu trennen (DE-OS 39 23 910.1 und EPA-Nr.: 90810655.2 sowie Verfahren der Finden Noell, Resortec, WEMEX und HM). Für optimale Trennergebnisse wird jedoch ein hoher apparativer Aufwand betrieben. Die ersten mechanischen Anlagen, die mit mehrstufiger Zerkleinerung und nachgeschalteten Separationsstufen für bereits hinreichend freigelegte Material stücken realisiert wurden, offenbarten eine Vielzahl Probleme und Störungsquellen, die die Betriebskosten entsprechend erhöhten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren und die gattungsgemäße Vorrichtung so auszubilden, daß eine möglichst einfache maschinentechnische Anordnung gefunden wird, die mit einem breiten Materialspektrum beschickt werden kann und die relativ störunanfällig eine vorgegebene Funktion erfüllen sollte. Die wichtigsten Parameter sollten voreinstellbar sein und eine weitgehend automatische Reaktion auf die schwankenden Materialeigenschaften und Störquellen in Form von Regelkreisen erfolgen. Außerdem sollte eine sehr kompakte Ausführungsform gewählt werden, in der die notwendigen mechanischen Verfahrensstufen und die Luftfiltereinrichtungen kostengünstig in einer transportablen Maschine zusammengefaßt werden. Wegen der großen Vielfalt der im Geräteschrott vorhandenen Werkstoffe und Mischverbindungen soll der Schwerpunkt der Funktion dieser Maschine nicht darin liegen, möglichst hochreine Rohstoffe abzuscheiden, sondern Stoffgemische, deren weitere Verarbeitung wenig Aufwand verursacht, um zu Sekundärrohstoffen mit einer hohen Wertschöpfung zu gelangen. Jedoch sollte die Trennung hochreiner Rohstofffraktionen nicht ausgeschlossen werden (z. B. bei Verarbeitung von Kabelschrott und vorgereinigter Ge-

mische). Insbesondere bei Verarbeitung von edelmetallarmen Elektronikschrotten soll nach dem Verfahren eine Trennung von reinen Kupferanteilen von den übrigen vielfältigen Legierungen, aus denen die Bauelemente bestehen, vorgenommen werden, um den Anteil elektrolytisch weiterzuverarbeitender NE-Metalle zu senken. Außerdem soll der Gehalt an Blei und Cadmium in den Fraktionen Kupfer und Aluminium möglichst gering gehalten werden.

Diese Aufgabe wird beim gattungsmäßigen Verfahren erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 2 sowie bei der gattungsgemäßen Vorrichtung erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche Die Verarbeitung von Geräteschrott setzt eine Grobzerkleinerung durch bekannte schneidende oder reiße Schrottschredder voraus, die eine Korngröße von kleiner 30 mm gewährleisten und ein hinreichend guter Aufschluß zur Gewinnung einer qualitativ ausreichenden Eisenschrott- und Nichteisenmetallfraktion im Korngrößenbereich 6–30 mm stattfindet.

Diese Nichteisenmetallfraktion sollte so abgetrennt werden, daß massive Messing, Blei- und Edelstahlanteile entfernt werden, Leichtmetallstücken (z. B. Aluminiumlegierungen) jedoch im Materialgemisch verbleiben.

Das Material wird in ein wenige Zentimeter hohes Wirbelbett gefordert und durch kreisend gerichtete Vibrationsbewegungen eine Agglomeratin der feinen Kupferlitze (Haarlitze) zu kleinen, losen Klümpchen vorgenommen, die in regelmäßigen oder vom Kupfergehalt abhängigen Zeitabständen aus dem Wirbelbett heraus gefordert werden können, bevor sie feste Matten bilden und nahezu kunststofffreien Eisen- und Nichteisenlegierungsgemischen notwendig, was mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erheblich geringere Betriebskosten als bisher bekannte mechanische Aufbereitungsanlagen für Elektronikschrott zur Folge hat.

Das erfindungsgemäße Verfahren stellt angesichts der gesetzlichen Auflagen zur Rest- und Abfallstoffvermeidung eine umweltverträgliche und preiswerte Möglichkeit der Wertstoffanreicherung aus metallhaltigen Kunststoffabfällen und Produktionsrückständen dar. Es bildet ein Bindeglied zwischen Abfallentsorgung und Wertstoffrecycling, indem aus trockenen metallhaltigen Kunststoff- und Leichtschrottabfällen auf trocken-mechanischem Wege bei Raumtemperatur ohne Zusatz von festen oder flüssigen Hilfsstoffen verwertungsfähige Sekundärrohstoffkonzentrate hergestellt werden können, die mit Verfahren der konventionellen Rohstoffwirtschaft weiter verwertet werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung werden nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 das Verfahrensfließbild,

Fig. 2 die erfindungsgemäße Vorrichtung.

Das vorzerkleinerte rieselfähige metallhaltige Kunststoffmaterial gelangt nach einem Magnetabscheider, mit dem ein Teil der Ferroisenlegierungen entfernt werden, über geeignete Förderer in eine Hammermühle und einen Schwerekräftsichter, mit dem grobstückige Nichteisenmetallstücken abgetrennt werden. Besonders zu erwähnen ist, daß die Hammermühle so ausgeführt wird, auch größere Metallteile unzerkleinert passieren zu lassen und das Verbundmaterial damit überwiegend nur auflockert und sprödebrüchige Bestandteile (z. B. Keramik) selektiv zerkleinert. Eine geeignete Maschine wird in der DE-OS 44 03 777.5 beschrieben.

Eine starke Erhitzung der Metallpartikel findet nicht statt, wie das von den meisten Hammermøhlen her bekannt ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt einen Wirbelbettsiebsichter (5), der mit einem vorgeschalteten Schneidgranulator (1) und mit weiteren nachgeschalteten Separatoren (8, 9) kombiniert wird. Im Schneidgranulator (1) wird das vorzerkleinerte Materialgemisch auf eine Korngröße zwischen 4–10 mm zerkleinert. Ein Teil des bei der Zerkleinerung entstehenden Leichtgutes wird in einem Schwerkraftsichter (2) abgesaugt. Das Leichtgut kann in einem Staubabscheider (3) vom Trägermedium Luft getrennt werden und nachfolgend bei Bedarf durch geeignete Siebklassiervorrichtungen (4) leichte Faser-, Folie- und Staubanteile voneinander separiert werden, wie das bei Verarbeitung edelmetallhaltiger Platinen sinnvoll ist. Die Sichterschwerfraktion wird in einen Wirbelbettsiebsichter (5) gefördert, in dem eine Agglomeration feiner Kupferdrähte zu losen Klümpchen vorgenommen wird, die mit einer Räumvorrichtung (6) in regelmäßigen oder vom Litzeanteil abhängigen Zeitabständen ausgetragen werden, bevor sie feste Matten bilden. Außerdem findet eine Schwergutsedimentation statt, wobei durch gerichtete Vibrationsbewegungen die stückigen Metallpartikel seitlich aus dem Wirbelbett herausgefördert werden. Die Beschaffenheit des Anströmbodens ermöglicht in Verbindung mit der gerichteten Vibrationsbewegung eine Kornformklassierung, ein erheblicher Anteil Drahtstücken fällt durch den Anstromboden, während Staubpartikel und stückige Bestandteile im Wirbelbett verbleiben. Durch eine Dry-flow-Sichtung wird das im Wirbelbett nach oben beförderte Leichtgut abgesaugt, indem eine Luftströmung entgegen der Förderrichtung des Schwergutanteils waagrecht über das Wirbelbett geleitet wird.

Eisenanteile werden mit einem Magnetscheider (7) erst nach Abtrennung der Kunststoffanteile aus den Metallkonzentraten separiert.

Mit einem Wirbelstromscheider (8) werden anschließend Aluminiumanteile abgetrennt. Die Anreicherung kommt dann zustande, wenn man das Wirbelbett mit den Luftströmungen so einstellt, daß die ausgetragene Schwergutfraktion nur Partikel mit einem spezifischen Korngewicht von $> 4 \text{ g/cm}^3$ enthält.

Mit einem Kornformseparator (9) wird anschließend die feine Kupferlitze aus dem verbleibenden Kunststoffgemisch herausgetrennt. Bei der Verarbeitung von Elektronik-Platinen verbleibt ein Schwermetallanteil im Kunststoff, der Zinn, Blei, Cadmium und Kupfer im galvanischen Verbund enthält.

Die Vorrichtung wird komplettiert durch mindestens einen Lüfter (10) zur Staubabsaugung und Fördertechnik (11).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Separation metallhaltiger Kunststoffgemische und -verbunde durch Zerkleinerung, magnetische Separation, Sichten, Klassierung und NE-Metall-Kunststoff-Separation, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Abtrennung einer Grobmetallfraktion und schneidender Nachzerkleinerung eine Wirbelbettsiebsichtung zur Abscheidung einer leichtmetallarmen Schwermetallfraktion, einer Leichtgutfraktion, einer aus Drahtpartikeln bestehenden Metallfraktion sowie einer kunststoffhaltigen Mischfraktion vorgenommen

wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelbettsiebsichtung gewährleistet, daß die Metallfraktionen weitgehend kunststofffrei sind und in der kunststoffhaltigen Mischfraktion ein maßgeblicher Teil der feinen Kupferdrähte sowie der Leichtmetallanteile und metallbeschichteter Kunststoffpartikel verbleiben.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Anreicherung der Leichtmetallfraktion im Kunststoff deren Abscheidung durch Wirbelstrominduktion erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Anreicherung der feinen Kupferlitze fraktion im Kunststoff deren Abscheidung durch Ausnutzung der Kornform erfolgt.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß durch Verkettung mit einem Schneidgranulator (1), einem Staubabscheider (3), einem Lüfter (11), mindestens einem Förderer (12) ein Wirbelbettsiebsichter (5) betrieben wird, der die Anreicherung einer leichtmetall- und kunststoffarmen Buntmetallfraktion, einer Metalldrahtfraktion, einer Leichtfraktion sowie einer Mischfraktion ermöglicht, in der ein maßgeblicher Teil der feinen Kupferdrähte sowie der Leichtmetallanteile und metallbeschichteter Kunststoffpartikel verbleiben.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirbelbettsiebsichter durch gerichtete Vibrationsbewegungen des Wirbelbetts feine Kupferlitzen zur Agglomeration bringt und mit einer kammartigen Räumvorrichtung (6) ausgestattet ist, die in regelmäßigen oder vom Kupfergehalt abhängigen Zeitabständen diese Kupferlitze klümpchen aus dem Wirbelbett herausfördert, bevor es zur Bildung größerer Matten kommt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem kunststoff- und metallhaltigen Mischprodukt des Wirbelbettsiebsichters ein Wirbelstromscheider zur Leichtmetallabtrennung und ein Kornformseparator zur Kupferlitzeabtrennung nacheinander beschickt werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Staubabscheider (3) mit nachgeschalteter Siebvorrichtung (4) zur Verarbeitung der Sichterleichtfraktion vorhanden ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY



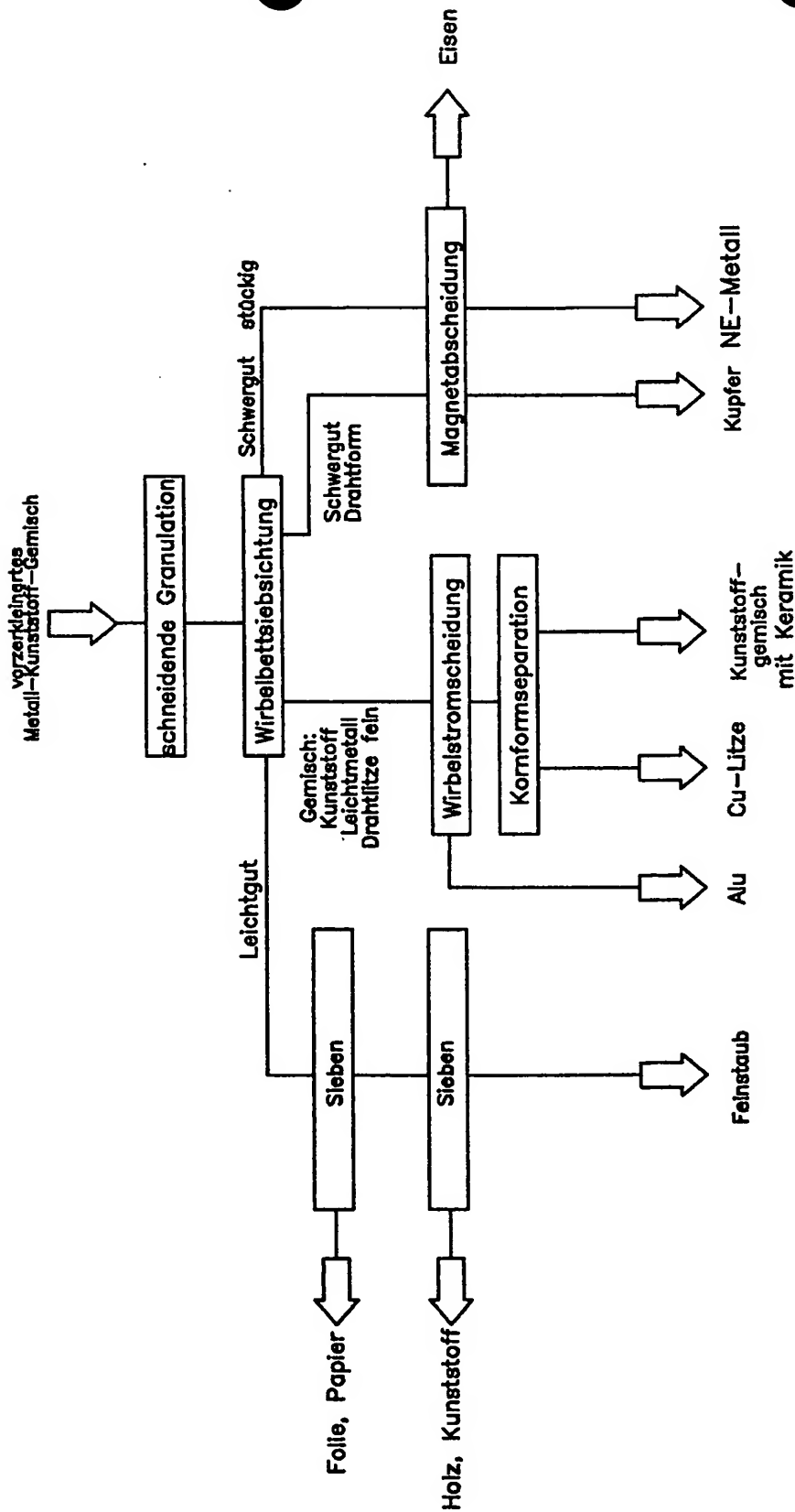


Fig. 1

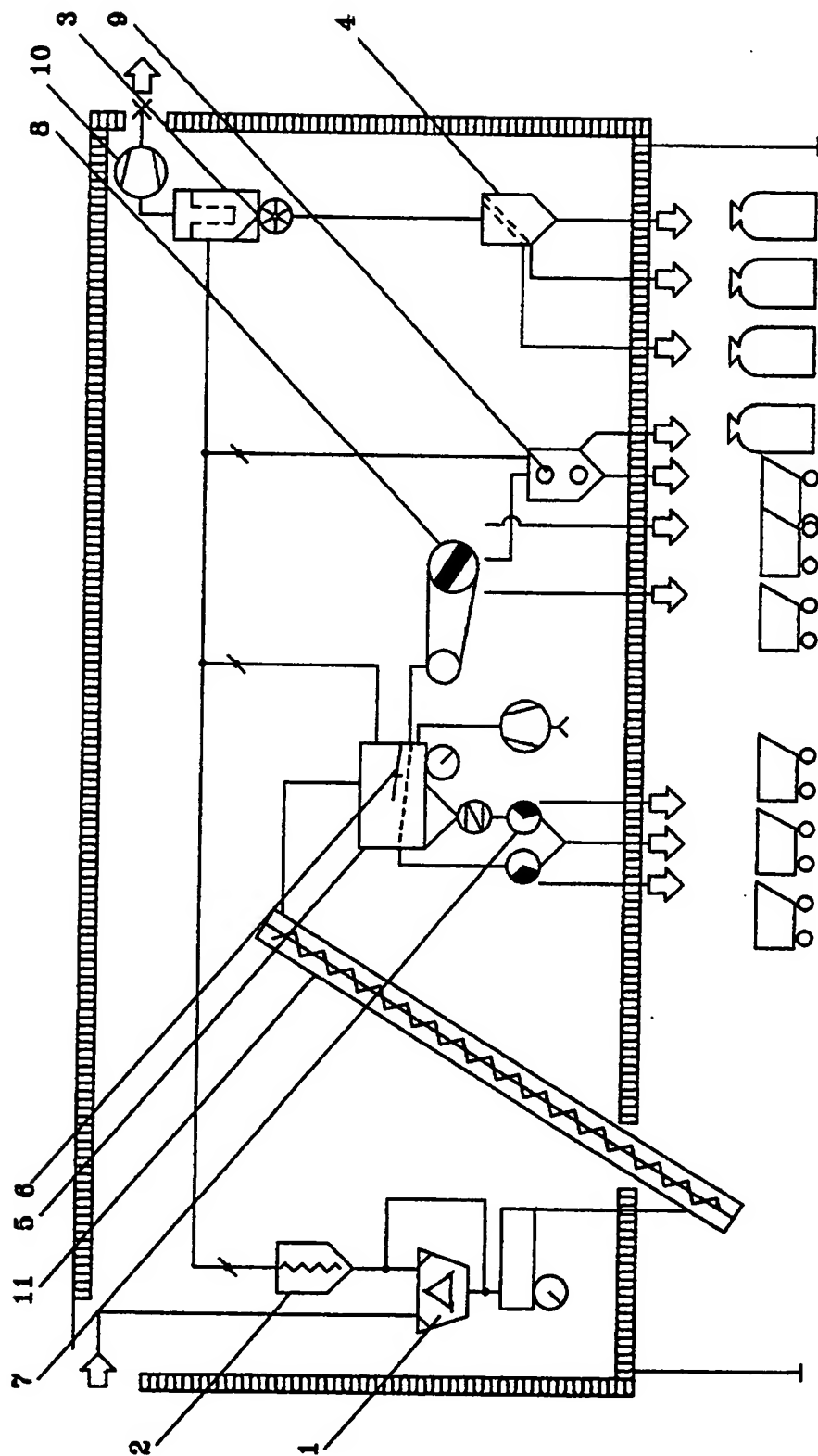


Fig. 2

